

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
**Image Problem Mailbox.**

(5)

Int. Cl. 2:

F 28 F 3/02

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



(11)

## Offenlegungsschrift 28 26 343

(21)

Aktenzeichen: P 28 26 343.6

(22)

Anmeldetag: 16. 6. 78

(43)

Offenlegungstag: 4. 1. 79

(30)

Unionspriorität:

(22) (23) (31) 17. 6. 77 Schweden 7707071

---

(54)

Bezeichnung: Wärmetauscher für Gase, vorzugsweise für Luft

---

(71)

Anmelder: Rederiaktiebolaget Nordstjernan, Stockholm

(74)

Vertreter: Röse, H., Dipl.-Ing.; Kosel, P., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte,  
3353 Bad Gandersheim

(72)

Erfinder: Archer, John; Hakanson, Sven; Nynäshamn (Schweden)

---

DIPLO.-ING. HORST RÜSE

DIPLO.-ING. PETER KOSEL

PATENTANWÄLTE

2826343

3353 Bad Gandersheim, 15.6.1978

Postfach 129  
Hohenhöfen 5

Telefon: (05382) 2842

Telegogramm-Adresse: Siedpatent Badgandersheim

Rederiaktiebolaget Nordstjernan

Unsere Akten-Nr. 2928/1

Patentgesuch vom 15.6.1978

Rederiaktiebolaget Nordstjernan  
3, Stureplan  
Stockholm, Schweden

#### Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit einer Anzahl von Platten insbesondere aus Aluminium oder Kunststoff, die in einem Plattenbündel im wesentlichen parallel zueinander angeordnet und mit im wesentlichen parallelen, aus den Platten herausgedrückten Rippen versehen sind, so daß sie Durchlässe für die Gase abtrennen, in denen warmes Gas, welches Wärme abgeben soll, durch jeden zweiten Zwischenraum zwischen den Platten und kaltes Gas, welches Wärme aufnehmen soll, durch die anderen Zwischenräume hindurch strömt, und mit Mitteln zur Erzeugung der Gasströmung durch diese Zwischenräume, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten in einem Ausgangsstück in Form eines Bandes (6) zusammengefasst sind, welches die Rippen (4) auf jeder Platte im Ausgangsstück aufweist, welche Rippen parallel zueinander, aber für jede Platte in entgegengesetzter Richtung verlaufend gebildet sind und daß das Plattenbündel durch Zusammenfalten von benachbarten Platten

**DIPLO.-ING. HORST RÖSE**

**PATENTANWÄLTE**

**3**

**DIPLO.-ING. PETER KOSEL**

**2826343**

**15.6.1978**

3353 Bad Gandersheim,  
Postfach 129  
Hohenhöfen 5  
Telefon: (05382) 2842  
Telegogramm-Adresse: Siedpatent Badgandersheim

**Rederiaktiebolaget Nordstjernan**

**Unsere Akten-Nr. 2928/1**

**Patentgesuch vom 15.6.1978**

**Rederiaktiebolaget Nordstjernan**

**3, Stureplan, Stockholm**

**Schweden**

---

**Wärmetauscher für Gase, vorzugsweise für Luft.**

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher für Gase, vorzugsweise für Luft, bei dem die Gase durch dünne Schlitze oder Durchlässe zwischen Platten hindurch geleitet werden. Die Erfindung betrifft insbesondere einen Wärmetauscher mit einer Anzahl von Platten insbesondere aus Aluminium oder Kunststoff, die <sup>in</sup> einem Plattenbündel im wesentlichen parallel zueinander angeordnet und mit im wesentlichen parallelen, aus den Platten herausgedrückten Rippen versehen sind, so daß sie Durchlässe für die Gase abtrennen, in denen warmes Gas, welches Wärme abgeben soll, durch jeden zweiten Zwischenraum zwischen den Platten und kaltes Gas, welches Wärme aufnehmen soll, durch die anderen Zwischenräume hindurch strömt, und mit Mitteln zur Erzeugung der Gasströmung durch diese Zwischenräume.

Es ist bekannt, ein Bündel Platten zu einem sogenannten Plattenwärmetauscher zu verbinden. In einer derartigen Konstruktion wird normaler-

**809881/0913**

**-2-**

2826343

-2-

übereinander so hergestellt ist, daß die Rippen (4) einer Platte mit der benachbarten Platte die Durchlässe (5) bilden.

2. Wärmetauscher für Gase nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten in dem Bündel einen kleinen Winkel zueinander bilden, so daß der Durchlaßquerschnitt der längeren Durchlässe (5) größer ist als der der kürzeren.

809881/0913

-X-

weise das Querstrom- oder Gegenstromprinzip benutzt, d. h., das die Wärme absorbierende Gas wird in Querrichtung oder in entgegengesetzter Richtung zu dem Gas durch den Wärmetauscher hindurchgetrieben, welches seine Hitze abgibt. Das eine Gas strömt in jedem zweiten Durchlass zwischen den Platten und das andere Gas strömt in den anderen Durchlässen. Ein Gegenstromwärmetauscher bringt dabei einen größeren Wirkungsgrad wie andere Typen von Wärmetauschern.

Außer der Erzielung eines hohen Wirkungsgrades ist es ebenso wünschenswert, eine möglichst große Wärmemenge innerhalb einer geringen Baugröße oder eines geringen Bauvolumens des Wärmetauschers und vorzugsweise mit einem minimalen Materialverbrauch und mit den geringstmöglichen Kosten zu übertragen. Diese Forderungen sind nicht leicht miteinander in Einklang zu bringen. Ein kleines Bauvolumen wird dadurch erhalten, daß man den Abstand zwischen den Platten verringert und zur gleichen Zeit erzielt man einen befriedigenden Wärmeübergang. Demgegenüber jedoch folgt aus dem verringerten Plattenabstand ein höherer Gas-Strömungswiderstand und demzufolge einen höheren Druckabfall.

Aufgabe der Erfindung es ist, einen Wärmetauscher für Gase der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem trotz geringer Bauhöhe bzw. trotz geringen Bauvolumens ein optimaler Wirkungsgrad bei geringem Druckverlust erzielt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Platten in einem Ausgangsstück in Form eines Bandes zusammengefasst sind, welches die Rippen auf jeder Platte im Ausgangsstück aufweist, welche

Rippen parallel zueinander aber für jede Platte in entgegengesetzter Richtung verlaufend gebildet sind und daß das Plattenbündel durch Zusammenfalten von benachbarten übereinander so hergestellt ist, daß die Rippen einer Platte mit der benachbarten Platte die Durchlässe bilden.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung kann dahin gehen, daß die Platten in dem Bündel einen kleinen Winkel zueinander bilden, so daß die Durchlassfläche der längeren Durchlässe größer ist als die der kürzeren Durchlässe.

Der erfindungsgemäße Wärmetauscher für Gase ist einfach herzustellen und bei ihm sind die eingangs genannten Probleme mittels einer Anzahl von Faktoren gelöst, die so miteinander zusammenwirken, daß bei dem erfindungsgemäßen Wärmetauscher optimale Eigenschaften erzielt werden. Erfindungsgemäß können die Platten aus Kunststoff oder Aluminium bestehen, welche vorzugsweise eine Dicke von 0,2 bis 0,6 mm aufweisen. Sie besitzen parallele Rippen, die aus den Platten herausgedrückt werden, welche Rippen die Gasströmungen über die Plattenfläche verteilt leiten, ebenso wie sie Abstandselemente für die Durchlässe zwischen den Platten bilden. Der Durchlass kann vorzugsweise 1 - 2 mm betragen. Darüberhinaus soll die Gasgeschwindigkeit zwischen den Platten bei einem solchen Wert aufrecht erhalten werden, daß eine laminare Gasströmung besteht.

Platten, die aus Kunststoff oder wenigstens in der Hauptsache aus Kunststoff oder aus Aluminium hergestellt werden, sind leicht zu bearbeiten und entsprechend billig. Die gute Wärmeleitfähigkeit von Aluminium ist bekannt. Aber in gleicher Weise ist die Wärmeleitfähigkeit von Kunststoff ausreichend gut; dies ist besonders dann der Fall, wenn die

Platten vergleichsweise dünn und dennoch steif hergestellt werden können, was auf das Vorhandensein der Rippen zurückzuführen ist. Ein anderer Vorteil bei der Verwendung der Platten aus Kunststoff besteht darin, daß dieses Material vergleichsweise widerstandsfähig gegenüber Dämpfen, schwachen Säuren und Laugen ist, welche beispielsweise in der Abluft aus Küchen vorhanden sein können. Ein weiterer Vorteil von Kunststoff besteht darin, daß seine mechanischen Eigenschaften günstig sind ebenso wie seine Elastizitäts- und Dehnungseigenschaften innerhalb des Temperaturbereiches von minus 30 Grad bis plus 30 Grad C. Es besteht eine untere Grenze von 0,1 mm für die Dicke der Platten, um die erforderliche Steifigkeit zu erzielen, und die Dicke sollte nicht größer sein als 1 mm, entsprechend den Erfordernissen einer guten Wärmeübertragung. Vorzugsweise sollte die Dicke nicht über 0,6 mm liegen. Die Länge der Platten oder wenigstens die Länge des Gasdurchlasses zwischen den Platten ist durch die Wärmemengen, die übertragen werden sollen, die Anzahl der Platten und die ausgewählte Gasgeschwindigkeit bestimmt. Dies bedeutet, daß eine größere Anzahl von Platten in einem gegebenen Volumen eingesetzt werden kann oder daß eine kürzere Plattenlänge verwendet werden kann.

Eine der Aufgaben der aus der Platte herausgedrückten bzw. herausgewölbten Rippen besteht darin, die Gasströmungen gleichmäßig verteilt zwischen den Platten zu leiten und dadurch zu verhindern, daß ein Hauptteil einer Gasströmung den kürzesten Weg vom Einlaß zum Auslaß zwischen den Platten nimmt.

Eine weitere Aufgabe der Rippen besteht darin, den Platten Steifheit zu verleihen. Je dünner die Platten sind, desto mehr Rippen sind erforderlich, um zu verhindern, daß die Platten auf einen bestehenden Druckabfall hin nach außen oder nach innen verbogen werden. Der Druckabfall während der Gasströmung bzw. des Gasdurchgangs zwischen den

7  
-5-  
2826343

Platten ist eine Funktion des Abstandes zwischen den Platten, der Länge der Durchlässe und der Gasgeschwindigkeit. Bei einem Abstand zwischen den Platten von 1 mm und einer Durchlasslänge von 1 mm beträgt der Druckabfall in der Größenordnung von 5 - 10 mm Wassersäule bei Gasgeschwindigkeiten, die eine laminare Strömung ergeben. Der Abstand zwischen den Rippen kann in diesen Fällen ca. 30 mm bei einer Plattendicke von 0,5 mm gewählt werden.

Eine dritte Aufgabe der Rippen besteht darin, den Abstand zwischen den Platten zu bestimmen. Von einem allgemeinen Standpunkt aus sollte der Abstand so klein wie möglich sein, weil hierdurch viele Platten innerhalb eines vorgegebenen Bauvolumens angeordnet werden können und weil dadurch ein hoher Wärmeübergang erzielt werden kann. Eine untere Grenze für diesen Abstand ist jedoch 1 mm, da bei geringerem Abstand als diesem Wert die Gefahr besteht, daß sich die Durchgänge bzw. Durchlässe mit Schmutz zusetzen und Kapillareffekte für Feuchtigkeit auftreten. Eine obere Grenze für den Abstand zwischen den Platten kann auf 5 mm festgesetzt werden, da der Wirkungsgrad bei größeren Abständen als dieser Grenze unrealistisch niedrig wird. Der Abstand zwischen den Platten sollte vorzugsweise zwischen 1 bis 2 mm liegen. Der Wärmeübergangswert steht in umgekehrter Beziehung zu dem Abstand zwischen den Platten. Eine Vergrößerung des Abstandes von 1 mm auf 2 mm erzeugt einen halben Wärmeübergangswert.

Die letzte Bedingung, die in einem erfundungsgemäßen Wärmetauscher zu halten ist, besteht darin, daß die Gasströmung zwischen den Platten laminar ist. Diese Bedingung wird bestimmt auf Grund der Tatsache, daß ein niedriger Druckabfall wegen der Tatsache erstrebzt wird, daß das Kunststoffmaterial ein vergleichsweise schwaches Material ist, ebenso wie und insbesondere auf Grund der Tatsache, daß ein hoher

Wärmeübergangswert bei einer Laminarströmung erzielt werden kann.

Die Bedingung für die Laminarströmung kann durch die Reynoldszahl  $R_e$  bestimmt werden, worin

$$R_e = v \cdot d/\nu$$

bei der

$v$  = die Geschwindigkeit des Strömungsmediums

$d$  = der äquivalente Durchmesser der im Falle paralleler Platten doppelt so groß ist als der Abstand zwischen den Platten

$\nu$  = die kinematische Viskosität

sind.

Wenn  $R_e$  kleiner ist als etwa 1.500, dann ist die Strömung laminar.

Für Luft und andere Gase ist  $\nu = 0,05 \text{ cm}^2/\text{s}$  und die Bedingung für Laminarströmung ist dann:

$$v \cdot d < 75$$

Die Strömungsrichtungen der beiden Gase soll entgegengesetzt zwischen den Platten verlaufen, wobei hierdurch der beste Wirkungsgrad erzielt wird. Wenn man einen Wärmetauscher benutzt, der erfundungsgemäß entsprechend den oben dargestellten Bedingungen konstruiert ist, kann man einen Wirkungsgrad von 80% - 90% erhalten. Ein derartiger Wärmetauscher kann optimal in Häusern oder anderen Siedlungen verwendet werden, um die Wärmemengen der ausströmenden Luft auszunutzen und diese Wärmemengen der einströmenden Frischluft zuzuführen. Dabei kann der Wärmetauscher sehr kompakt ausgebildet sein und wenig Platz erfordern.

Darüberhinaus wird neben einer einfachen Herstellung eines Plattenbündels, welches auf diese Weise hergestellt bzw. erhalten wird, ein weiterer Vorteil auf Grund der Tatsache erreicht, daß eine dichte Wand entlang des Bündels erhalten wird und dadurch Dichtprobleme an

9

2826343

1.

diesen Stellen vermieden werden.

Anhand der Zeichnung, in der schematisch ein Ausführungsbeispiel der Erfahrung dargestellt ist, soll die Erfahrung näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigt:

Fig. 1 ein erfundungsgemäßes Wärmetauscherbündel von oben,

Fig. 2 einen Teilschnitt zweier Platten, die übereinander angeordnet sind,

Fig. 3 ein Ausgangsstück zur Bildung eines Wärmetauscherbündels, und

Fig. 4a und 4b je eine perspektivische Darstellung in verkleinertem Maßstab, in der gezeigt ist, wie aus dem Ausgangsstück gemäß der Fig. 3 ein Wärmetauscherbündel gebildet wird.

Die Fig. 1 zeigt ein Bündel Platten, 1, von der Seite. Zu erhitzende Frischluft oder ein zu erhitzendes anderes Gas wird bei A zugeführt und strömt bei B ab. Die benutzte Luft oder ein anderes Gas, welches Wärme abgibt, wird bei C zugeführt und bei D abgeführt. Die Gasströmung wird durch geeignete Mittel erzeugt, beispielsweise durch Ventilatoren an der Saug- oder Druckseite.

Die Fig. 2 zeigt im Querschnitt zwei benachbarte Platten 2, 3 mit Rippen 4. Zwischen den Rippen 4 sind Durchlässe oder Kanäle 5 gebildet.

Die Umlenkung der Gasströme an den Enden der Platten wird nicht notwendigerweise so erfolgen, wie in Fig. 1 dargestellt. Die Umlenkung der

2826343

~~6-~~

10

Durchlässe kann beispielsweise entlang eines Vierteiles eines Kreises oder auf andere Weise erfolgen. Die Umlenkung kann ebenso nur an einem Ende der Platte und mit Einströmen auf der rechten Seite oder mit Ausströmen der Gase am anderen Ende erfolgen.

Um den gleichen Druckabfall in den Durchlässen zu erzielen, wodurch gleiche Gasgeschwindigkeiten erzeugt werden, sollten die Durchlässe die gleiche Länge besitzen. In Ausführungsformen, bei denen die Durchlässe nicht die gleiche Länge besitzen, sollte ein Korrekturmaß oder Korrekturfaktor für den Druckabfall eingesetzt werden. Dies kann dadurch erfolgen, daß man die Platten nicht parallel, sondern etwas geneigt zueinander anordnet, sodaß der Durchlassquerschnitt bei längeren Durchlässen etwas ansteigt, bezogen auf die kürzeren Durchlässe.

Die Durchlässe können in gleicher Weise so ausgebildet sein, daß die Durchlaßbreite für kürzere Durchlässe in angepasster Weise kleiner ist, um den gleichen Druckabfall in allen Durchlässen zu erhalten.

Die Fig. 3 zeigt ein Ausgangsstück zur Bildung eines Wärmetauscherbündels, welches in einem Wärmetauscher gemäß der Erfindung angeordnet werden soll. Die Platten sind miteinander verbunden und bilden ein langes, breites Band 6. Die Rippen 4 sind auf allen Platten ähnlich ausgebildet und die Rippen auf jeder zweiten Platte erstrecken sich in einer Richtung und auf den anderen Platten in der entgegengesetzten Richtung. Das Wärmetauscherbündel wird dadurch gebildet, daß man die Platten entlang der strichpunktiierten Linie faltet, wie aus der Fig. 4a zu ersehen ist, und das fertig bearbeitete Bündel ist in der Fig. 4d dargestellt. Die Herstellung des Wärmetauscherbündels ist sehr einfach und ein weiterer Vorteil besteht darin, daß automatisch eine geschlossene Wand 8 in dem Bündel entlang seiner Längsseiten erzielt

11  
-

2826343

wird, wodurch Dichtungsprobleme an diesen Stellen vermieden werden.  
Die Durchlässe bei dieser Ausführungsform besitzen unterschiedliche  
Länge und ein Korrekturfaktor wird, wie oben erwähnt dadurch er-  
zielt, daß man die Platten mit einem kleinen Winkel zueinander geneigt  
anordnet, sodaß der Durchlassquerschnitt der längeren Durchlässe  
bezogen auf die kürzeren Durchlässe etwas vergrößert ist bzw. an-  
steigt. Diese Neigung, die so angepasst ist, daß man den gleichen  
Druckabfall in allen Durchlässen erzielt, ist aus der Fig. 4 d er-  
sichtlich.

809881/0913

FIG. 3 - 12 -

2826343

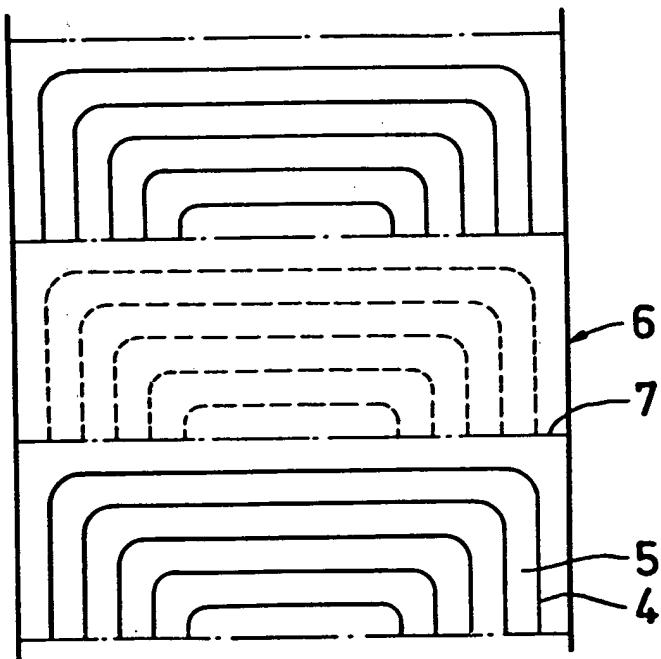


FIG. 4a

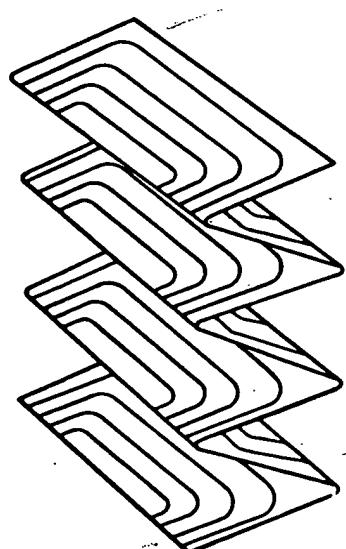
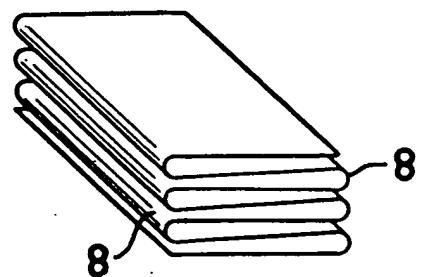


FIG. 4b



809881/0913

Rederiaktiebolaget Nordstjernan  
Patentgesuch vom 15.6.1978

-13-  
2826343

Nummer: 28 26 343  
Int. Cl. 2: F 28 F 3/02  
Anmeldetag: 16. Juni 1978  
Offenlegungstag: 4. Januar 1979

FIG. 1

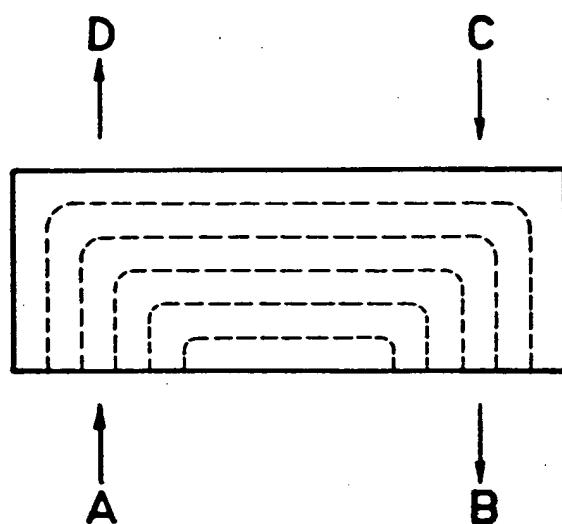
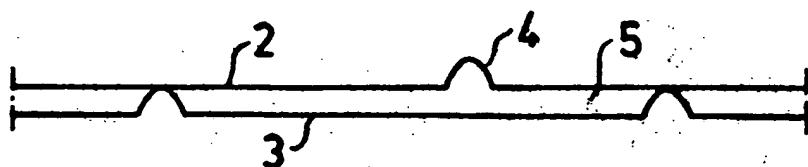


FIG. 2



809881/0913

Rederiaktiebolaget Nordstjernan  
Patentgesuch vom 15. 6. 1978